

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 11-273613

(43)Date of publication of application : 08.10.1999

(51)Int.Cl.

H01J 37/304

H01J 37/28

H01J 37/305

H01L 21/3065

(21)Application number : 10-073793

(71)Applicant : JEOL LTD

(22)Date of filing : 23.03.1998

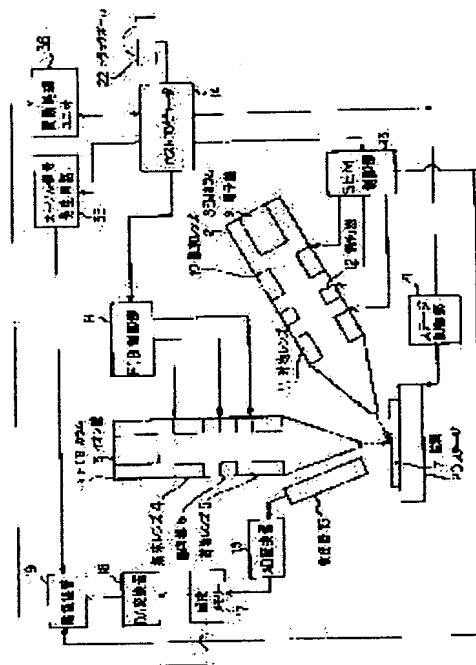
(72)Inventor : SAKATA TAKAHIDE

(54) PROCESSING METHOD FOR SAMPLE IN FIB-SEM DEVICE AND FIB-SEM DEVICE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To accurately and easily perform processing up to the center of a defective part, etc.

SOLUTION: A method for processing a sample in a FIB (focused ion beam)- SEM (scanning electron microscope) device includes forming an opening in the sample 7, obtaining a scanning electron microscope image of a cross-sectional part on a cathode-ray tube 17, and under this state controlling a track ball 22 to determine defective parts or the end positions of a contact hole in the image. Thereafter, an ion beam is applied to the sample 7 to process the sample, and a scanning electron microscope image is acquired as the processing is effected. A function processing unit 36, based on this image signal, measures the distance between the defective parts or the end positions of the contact hole. The processing using the ion beam is stopped when a change in the distance becomes almost zero.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

16.11.2001

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

3401426

[Date of registration]

21.02.2003

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平11-273613

(43)公開日 平成11年(1999)10月8日

(51)Int.Cl.⁸ 識別記号

H 0 1 J 37/304
37/28
37/305
H 0 1 L 21/3065

F I

H 0 1 J 37/304
37/28
37/305
H 0 1 L 21/302

B
A
D

審査請求 未請求 請求項の数3 O L (全 9 頁)

(21)出願番号 特願平10-73793

(22)出願日 平成10年(1998)3月23日

(71)出願人 000004271

日本電子株式会社
東京都昭島市武蔵野3丁目1番2号

(72)発明者 坂田 隆英

東京都昭島市武蔵野三丁目1番2号 日本
電子株式会社内

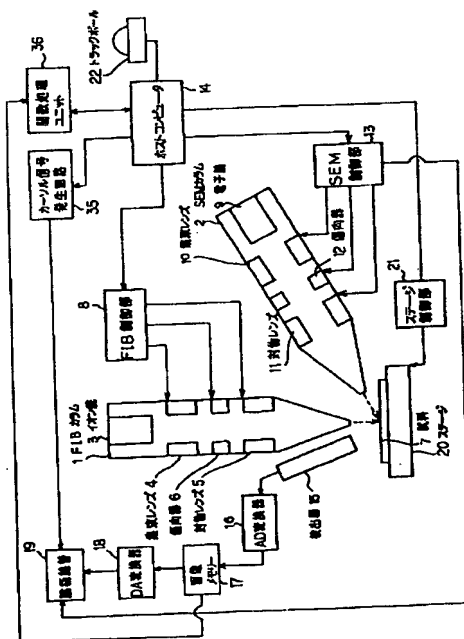
(74)代理人 弁理士 井島 藤治 (外1名)

(54)【発明の名称】 F I B - S E M装置における試料加工方法およびF I B - S E M装置

(57)【要約】

【課題】 欠陥部分等の中心部分まで正確に簡単に加工を行なうことができるF I B - S E M装置における試料加工方法およびF I B - S E M装置を実現する。

【解決手段】 試料7に対する開口の形成後、陰極線管17には断面部分の走査電子顕微鏡像が得られる。この状態でトラックボール22を操作し、像中の欠陥部分あるいはコンタクトホール20の端部位置を確定させる。その後イオンビームを試料7に照射して試料の加工を行なう。この加工を行ないながら走査電子顕微鏡像を取得し、この像信号に基づき、関数処理ユニット36は前記した欠陥部分あるいはコンタクトホール20の端部位置の間の距離を計測する。この距離の変化分がほぼゼロとなったときにイオンビームによる加工を停止する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 試料に集束イオンビームを照射する機能と、集束イオンビームによって加工された試料断面に電子ビームを照射して走査電子顕微鏡像を観察することができるSEM機能とを備えたFIB-SEM装置において、イオンビームを試料に照射して試料を加工し、加工後試料の加工断面を走査電子顕微鏡で観察し、像中の特異構造の端部の2点を指定し、その後該特異構造部分をイオンビームによって徐々に加工し、その加工中該特異構造の端部間の距離を測定し、距離の変化分がほぼゼロとなったときにイオンビームによる加工を停止するようにしたFIB-SEM装置における試料加工方法。

【請求項2】 集束イオンビームによる試料の加工をステップ状に行ない、各ステップ状の加工の後に特異構造の端部間の距離を測定し、該距離の変化分の大きさに応じてステップ状の試料の加工幅を設定するようにした請求項1記載のFIB-SEM装置における試料加工方法。

【請求項3】 試料に集束イオンビームを照射する機能と、集束イオンビームによって加工された試料断面に電子ビームを照射して走査電子顕微鏡像を観察することができるSEM機能とを備えたFIB-SEM装置において、集束イオンビームによる加工断面中の特異構造部分の端部間の距離を測定する機能と、この距離の変化分を常に監視し、変化分がほぼゼロとなったときにイオンビームによる加工を停止する手段とを備えたFIB-SEM装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、試料に集束イオンビームを照射して加工し、その加工断面を走査電子顕微鏡機能で観察するようにしたFIB-SEM装置における試料加工方法およびFIB-SEM装置に関する。

【0002】

【従来の技術】 集束イオンビーム(FIB-Focused Ion Beam)装置は、イオン源からのイオンビームを細く集束し、加工試料に照射して試料をエッチング等により加工する装置である。このFIB装置の応用分野の中でも、特にFIBによるエッチング技術は、かなりポピュラーなものとなってきている。

【0003】 この技術を用いたFIB装置は、マイクロマシン加工はもとより、半導体デバイスの不良解析や透過電子顕微鏡試料の作成に広く利用されている。特に最も注目されている半導体デバイスの3次元解析としては、もはや不可欠の装置となりつつある。また、現在では、従来のインライン型走査電子顕微鏡(SEM)装置にFIB機能を付加したデュアルビーム(Dual Beam-DB)装置も徐々にではあるが普及しつつある。

【0004】 DB装置(FIB-SEM装置)は、半導体の不良解析装置として対応すべく、従来までのFIB

装置としてエッチング加工した後、SEM装置へ試料を移して観察するといった工程を一台で行える複合装置である。

【0005】 これは、通常のFIB単能機と同様に、試料上面にイオンビームを照射して、任意の場所をエッチング加工し、加工終了後、試料の移動なしにすぐにそのエッチング加工された断面をSEM像で観察できるという利点を有している。その結果、不良解析に絶大な威力とその工程の時間の短縮、それに伴う歩留まり管理とその速度、また、複合装置ゆえの床面積の縮小、価格のダウン等が期待されており、今後ますます普及が進むと予想される。

【0006】 上記したFIB-SEM装置の構成は、大きく分けてFIB制御部、SEM制御部、試料を載せたステージの制御部からなり、それぞれをホストコンピュータにより制御している。この装置では、通常、試料の垂直方向の上からイオンビームを当ててエッチングし、その穴の断面に試料面から30°の角度で電子ビームを当てて、その断面の構造を観察している。イオンビームで加工されたサンプルは、試料面に垂直な断面を作り、その断面は、イオンビームの電流量、プローブ径に依存するが、ほとんど試料面に垂直に切り出される。

【0007】 図1に上記したFIB-SEM装置の一例を示す。図中1はFIBのカラム、2はSEMのカラムである。FIBカラム1の中には、イオン銃3と、イオン銃3から発生し加速されたイオンビームを集束する集束レンズ4、対物レンズ5、イオンビームを2次的に走査するための偏向器6が設けられている。なお、イオンビーム用の集束レンズ4、対物レンズ5は静電レンズが使用される。

【0008】 イオン銃3から発生したイオンビームは、集束レンズ4、対物レンズ5によって試料7上に細く集束されると共に、試料7に照射されるイオンビームの照射位置は、偏向器6によって走査できるように構成されている。これら集束レンズ4、対物レンズ5、偏向器6はFIB制御部8によって制御される。

【0009】 例えば、試料7に照射されるイオンビームの電流量を変化させる場合には、FIB制御部8によって集束レンズ4、対物レンズ5を制御し、各レンズの強度を制御してイオンビームの集束度合いを変化させ、イオンビームの光路中に設けられた絞リ(図示せず)を通過するイオンビームの量を制御する。また、イオンビームを試料上で2次的あるいはライン状に走査する場合には、FIB制御部8から偏向器6に走査信号が供給される。

【0010】 SEMカラム2の中には、電子銃9と、電子銃9から発生した電子ビームを集束する集束レンズ10、対物レンズ11、電子ビームを2次的に走査するための偏向器12が設けられている。なお、電子ビーム用の集束レンズ10、対物レンズ11は電磁レンズが使

10

20

30

40

50

用される。

【0011】電子銃9から発生した電子ビームは、集束レンズ10、対物レンズ11によって試料7上に細く集束されると共に、試料7に照射される電子ビームの照射位置は、偏向器12によって走査できるように構成されている。これら集束レンズ10、対物レンズ11、偏向器12はSEM制御部13によって制御される。

【0012】例えば、試料7に照射される電子ビームの電流量を変化させる場合には、SEM制御部13によって集束レンズ10、対物レンズ11を制御し、各レンズの強度を制御して電子ビームの集束度合いを変化させ、電子ビームの光路中に設けられた絞り（図示せず）を通して電子ビームの量を制御する。また、電子ビームを試料上で2次元的あるいはライン状に走査する場合には、SEM制御部13から偏向器12に走査信号が供給される。なお、SEM制御部13とFIB制御部8は、ホストコンピュータ14によってコントロールされる。

【0013】試料7への電子ビームあるいはイオンビームの照射によって試料から発生した2次電子は、2次電子検出器15によって検出される。検出器15によって検出された信号は、AD変換器16によってデジタル信号に変化された後、画像メモリー17に供給されて記憶される。画像メモリー17に記憶された信号は読み出されてDA変換器18に供給され、DA変換器18によってアナログ信号に変換された信号は陰極線管19に供給される。

【0014】試料7はステージ20上に載せられている。ステージ20はステージ制御部21により、水平方向の2次元移動、回転、傾斜ができるように構成されている。ステージ制御部21は、ホストコンピュータ14によってコントロールされる。なお、22はホストコンピュータ14に接続されたトラックボールである。このような構成の動作を次に説明する。

【0015】まず、FIBによる試料7の加工が行われる。この試料の加工は、FIBカラム1内のイオン銃2からイオンビームを発生させ、このイオンビームを集束レンズ4、対物レンズ5によって試料7上に細く集束すると共に、イオンビームを偏向器6によってライン状に走査する。この際、試料ステージ18をイオンビームのライン状の走査の方向と垂直な方向に移動させる。

【0016】図2はこの様子を示しており、試料7は矢印Sの方向にゆっくりと移動させられ、その間、イオンビームIBは紙面に垂直の方向にライン状に走査される。この時、イオンビームIBの電流量は、大きな加工レートを保つために、例えば、1000pA程度とされている。この結果、試料7には矩形状の開口23が穿たれる。この開口23の深さは、イオンビームの電流量、イオンビームの走査速度、試料の移動速度による。

【0017】通常のFIB-SEM装置においては、試料7に対する開口23の形成後、断面部分Dに対してS

EMカラム2から電子ビームEBを照射すると共に、断面部分Dで電子ビームを2次元的に走査する。この走査に基づいて断面部分Dから発生した2次電子は、2次電子検出器15によって検出される。この検出信号は、陰極線管19に供給されることから、陰極線管19には断面部分Dの走査電子顕微鏡像が得られる。

【0018】

【発明が解決しようとする課題】上記したFIB-SEM装置は、LSIの不良解析を行うために用いられているが、不良解析においてはその不良の中心部分（核のようなもの）をうまく加工できることが重要課題の一つである。

【0019】例えば、図3に示す多層配線の場合、シリコン基板25上に層間絶縁膜26が設けられ、更にこの絶縁膜26上にはメタル配線領域27、パッシベーション膜28が設けられている。この多層配線の層間絶縁膜26部分に存在する欠陥部分29を観察するに際しては、この欠陥部分29の中心部まで正確に試料を加工することが要求される。また、図4に示すコンタクトホール30の場合には、そのホール30の中心部分まで正確に加工を行うことが要求される。

【0020】FIB-SEM装置では、1～2回の加工で欠陥部分29やコンタクトホール30に当たることはできるが、その中心部分を的確に加工することは困難で、現状では1回1回の加工が終了することにその断面をSEM観察して、中心部分の位置に足りないか、または行き過ぎたかを判断して加工を行っている。

【0021】このように、従来の加工方法では加工した位置が不良箇所の中心部分であるかどうかはオペレータの勘にある程度頼らざるを得ず、中心部分まで加工したかどうかの判断が容易に行えない。そのため、確実に中心部分が得られるまで再加工を行なわなければならない、煩雑な操作が要求され装置のスループットが向上しない問題があった。

【0022】図5は、図3に示した欠陥部分29を真上（イオンビームの照射方向）から見た図である。この欠陥部分29の中心部分まで加工をするためには、S1～nの走査ラインに沿ってイオンビームを走査し試料の加工をすることになるが、従来方法では、例えば、S1の走査ラインに沿ってイオンビームを走査して加工した後、中心部分まで自動的に定量的に加工できる手法はなかった。

【0023】本発明は、このような点に鑑みてなされたもので、その目的は、欠陥部分等の中心部分まで正確に簡単に加工を行なうことができるFIB-SEM装置における試料加工方法およびFIB-SEM装置を実現するにある。

【0024】

【課題を解決するための手段】第1の発明に基づくFIB-SEM装置における試料加工方法は、試料に集束イ

オンビームを照射する機能と、集束イオンビームによって加工された試料断面に電子ビームを照射して走査電子顕微鏡像を観察することができるSEM機能とを備えたFIB-SEM装置において、イオンビームを試料に照射して試料をエッチングして加工し、加工後試料の加工断面を走査電子顕微鏡で観察し、像中の特異構造の端部の2点を指定し、その後該特異構造部分をイオンビームによって徐々に加工し、その加工中該特異構造の端部間の距離を測定し、距離の変化分がほぼゼロとなったときにイオンビームによる加工を停止するようにしたことを特徴としている。

【0025】第1の発明では、イオンビームによる加工後、試料の加工断面を走査電子顕微鏡で観察し、像中の特異構造の端部の2点を指定し、その後該特異構造部分をイオンビームによって徐々に加工し、その加工中該特異構造の端部間の距離を測定し、距離の変化分がほぼゼロとなったときにイオンビームによる加工を自動的に停止する。

【0026】第2の発明に基づくFIB-SEM装置における試料加工方法は、第1の発明において、集束イオンビームによる試料の加工をステップ状に行ない、各ステップ状の加工の後に特異構造の端部間の距離を測定し、該距離の変化分の大きさに応じてステップ状の試料の加工幅を設定するようにしたことを特徴としている。

【0027】第2の発明では、集束イオンビームによる試料の加工をステップ状に行ない、各ステップ状の加工の後に特異構造の端部間の距離を測定し、該距離の変化分の大きさに応じてステップ状の試料の加工幅を設定し、特異構造の中心に近付くにつれて精密な加工を行なう。

【0028】第3の発明に基づくFIB-SEM装置は、試料に集束イオンビームを照射する機能と、集束イオンビームによって加工された試料断面に電子ビームを照射して走査電子顕微鏡像を観察することができるSEM機能とを備えたFIB-SEM装置において、集束イオンビームによる加工断面中の特異構造部分の端部間の距離を測定する機能と、この距離の変化分を常に監視し、変化分がほぼゼロとなったときにイオンビームによる加工を停止する手段とを備えたことを特徴としている。

【0029】第3の発明では、イオンビームによる加工後、試料の加工断面を走査電子顕微鏡で観察し、像中の特異構造の端部の2点を指定し、その後該特異構造部分をイオンビームによって徐々に加工し、その加工中該特異構造の端部間の距離を測定し、距離の変化分がほぼゼロとなったときにイオンビームによる加工を自動的に停止する。

【0030】

【発明の実施の形態】以下、図面を参照して本発明の実施の形態を詳細に説明する。図6は、本発明に基づくF

IB-SEM装置を示しており、図1に示した従来装置と同一ないしは類似の構成要素には同一番号を付しその詳細な説明は省略する。

【0031】この図6に示した実施の形態では、ホストコンピュータ14にカーソル信号発生回路35が接続されている。カーソル信号発生回路35は陰極線管19に2本のカーソルを表示させる。このカーソルの陰極線管上の位置は、トラックボール22を操作することによりコンピュータ14を介して変えることができる。

【0032】36は関数処理ユニットであり、この関数処理ユニット36には画像メモリ17から試料の加工断面の像信号が供給される。このような構成の動作を次に説明する。

【0033】まず、FIBによる試料7の加工が行われる。この試料の加工は、FIBカラム1内のイオン銃2からイオンビームを発生させ、このイオンビームを集束レンズ4、対物レンズ5によって試料7上に細く集束すると共に、イオンビームを偏向器6によってライン状に走査する。この際、試料ステージ18をイオンビームのライン状の走査の方向と垂直な方向に移動させる。あるいは、イオンビームを2次元的に走査する。

【0034】通常のFIB-SEM装置においては、試料7に対する開口の形成後、断面部分に対してSEMカラム2から電子ビームEBを照射すると共に、断面部分で電子ビームを2次元的に走査する。この走査に基づいて断面部分から発生した2次電子は、2次電子検出器15によって検出される。この検出信号は、陰極線管17に供給されることから、陰極線管17には断面部分の走査電子顕微鏡像が得られる。

【0035】図7(a)、(b)はそれぞれ陰極線管17に表示された走査電子顕微鏡像Dを示している。この図7(a)の像D中Aが欠陥部分であり、図7(b)の像中Bがコンタクトホールである。この状態でトラックボール22を操作し、カーソル信号発生回路を動作させて像中に2本のカーソルC1、C2を表示させる。

【0036】更にトラックボール22を操作して2本のカーソルC1、C2を欠陥部分Aの端部、あるいはコンタクトホールBの任意の端部に一致させる。この操作によって欠陥部分AあるいはコンタクトホールBの端部位置a、bを確定させる。

【0037】その後イオンビームを試料7に照射して試料の加工を行なう。この加工を行ないながら電子ビームを試料の加工断面に照射して試料からの2次電子を検出器15により検出する。この検出器15からの検出信号はAD変換器16を介して画像メモリ17に供給されて記憶される。

【0038】画像メモリ17に記憶された信号は関数処理ユニット36に供給される。関数処理ユニット36は前記した欠陥部分AあるいはコンタクトホールBの端部位置a、bの間の距離を計測する。この際、指定した

端部位置 a, b の位置を加工位置の基準値にして、そこからの垂直方向の距離 x と注目した水平方向の 2 点間の距離 $f(x)$ を関数として求める。なお、x 方向とは、図 5 においてイオンビームによる加工を進めていく方向である。

【0039】図 8 は欠陥部分 A のイオンビーム照射に伴う加工による像の変化を示している。イオンビームによる加工にともない、欠陥部分 A の端部 a, b 間の距離は徐々に大きくなり、球状の欠陥部分 A の中心部分の加工後は、端部 a, b 間の距離は徐々に小さくなる。この結果、関数 $f(x)$ は典型的には図 9 に示すように変化する。なお、 $f_1(x) \sim f_4(x)$ は各ポイントにおける関数 $f(x)$ の変化分である。

【0040】関数処理ユニット 36 はイオンビームの加工に伴う $f(x)$ を常に求め、最終的に変化分 $df(x)/dx$ が $df(x)/dx \leq 0$ となったときにイオンビームによる加工を中止する。この状態は欠陥部分やコンタクトホール の端部 a, b の距離が最大の時であり、欠陥部分やコンタクトホール の中心部分までイオンビームによる加工が進んだ時である。この時、関数処理 20 ユニット 36 はホストコンピュータ 14 に端部 a, b 間の距離が最大であることの信号を供給する。

【0041】この結果、ホストコンピュータ 14 は FIB 制御部 8 を制御してイオンビームの試料 7 への照射を停止させる。この状態で SEM 制御部 13 を制御し、陰極線管 19 に試料の加工断面の像を表示させる。この表示された像は、欠陥部分あるいはコンタクトホール の中心部分が表示されたものとなる。

【0042】上記したイオンビームによる加工とその加工の停止を自動的に行なうステップにおいて、走査電子 30 顕微鏡像の取得は、イオンビームの照射と平行して電子ビームを試料の加工断面に照射して行なっても良いが、試料から得られる 2 次電子はイオンビームの照射によるものと電子ビームの照射によるものとが混ざってしまうので、分解能良く画像信号を得ることが困難となる。そのため、イオンビームの照射による試料の加工をステップ状に行ない、イオンビームのステップ状の加工後に電子ビームを照射して画像信号を取り込むことが望ましい。

【0043】その場合、関数処理ユニット 36 により、 $f(x)$ の差分 $f_{n-1}(x) - f_n(x)$ の増加分に合わせて加工ステップ幅 x を決め、それをホストコンピュータ 14 を通して FIB 制御部 8 により実行できるようにすれば、欠陥部分やコンタクトホール の中心部分に近付くほど精密な加工ができるようになる。

【0044】

例えば、 $f_1(x) - f_2(x) = o$

$f_2(x) - f_3(x) = p$

$f_3(x) - f_4(x) = q$

の場合、基本的には $o > p > q$ となる。加工位置の次の

位置を加工する場合には、加工ステップ幅を q/p の比率に設定する。更に、次の位置でも同じようにして加工ステップ幅に比率を設定することにより、加工のステップ幅は、欠陥部分から離れた位置では大きく、欠陥部分の中心位置に近付けば近付け程精密に制御できることになる。そして、最終的に変化分 $df(x)/dx$ が $df(x)/dx \leq 0$

となったときにイオンビームによる加工を終了することにより、欠陥部分やコンタクトホール の中心部分を的確に出せることになる。

【0045】以上本発明の実施の形態を詳述したが、本発明はこの形態に限定されない。例えば、本発明は電子ビームを試料上で走査した際 2 次電子を検出するようにしたが、反射電子を検出し、その検出信号に基づいて像の表示を行うようにしても良い。

【0046】

【発明の効果】以上説明したように、第 1 の発明では、イオンビームによる加工後、試料の加工断面を走査電子顕微鏡で観察し、像中の特異構造の端部の 2 点を指定し、その後該特異構造部分をイオンビームによって徐々に加工し、その加工中該特異構造の端部間の距離を測定し、距離の変化分がほぼゼロとなったときにイオンビームによる加工を自動的に停止するようにしたので、正確に特異構造の中心までイオンビームにより加工を行なうことができる。

【0047】第 2 の発明では、第 1 の発明において、集束イオンビームによる試料の加工をステップ状に行ない、各ステップ状の加工の後に特異構造の端部間の距離を測定し、該距離の変化分の大きさに応じてステップ状の試料の加工幅を設定するようにしたので、特異構造の中心に近付くにつれて精密な加工を行なうことができる。

【0048】第 3 の発明に基づく FIB-SEM 装置では、イオンビームによる加工後、試料の加工断面を走査電子顕微鏡で観察し、像中の特異構造の端部の 2 点を指定し、その後該特異構造部分をイオンビームによって徐々に加工し、その加工中該特異構造の端部間の距離を測定し、距離の変化分がほぼゼロとなったときにイオンビームによる加工を自動的に停止するようにしたので、正確に特異構造の中心までイオンビームにより加工を行なうことができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】従来の FIB-SEM 装置を示す図である。

【図 2】試料のイオンビームによる加工と加工断面の走査電子顕微鏡像観察の様子を示す図である。

【図 3】試料の加工断面の欠陥部分を示す図である。

【図 4】試料の加工断面のコンタクトホールを示す図である。

【図 5】試料の垂直方向から見たイオンビームの加工走査の様子を示す図である。

【図6】本発明に基づくFIB-SEM装置を示す図である。

【図7】走査電子顕微鏡像中のカーソルの表示を説明するための図である。

【図8】イオンビームによる加工の進行に応じた欠陥部分の断面を示す図である。

【図9】加工基準位置からの垂直方向の距離 x と注目した断面水平方向2点間の距離の関係を示す図である。

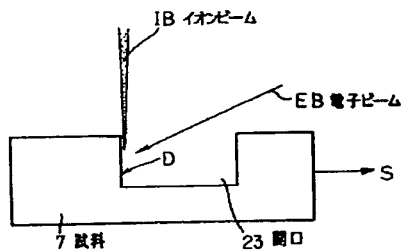
【符号の説明】

- 1 FIBカラム
- 2 SEMカラム
- 3 イオン銃
- 4, 10 集束レンズ
- 5, 11 対物レンズ

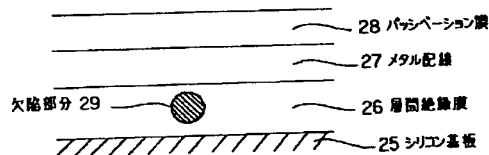
- * 6, 12 偏向器
- 7 試料
- 8 FIB制御部
- 9 電子銃
- 13 SEM制御部
- 14 ホストコンピュータ
- 15 2次電子検出器
- 16 AD変換器
- 17 画像メモリー
- 10 18 DA変換器
- 19 陰極線管
- 35 カーソル信号発生回路
- 36 関数処理ユニット

*

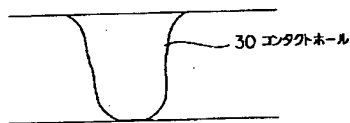
【図2】



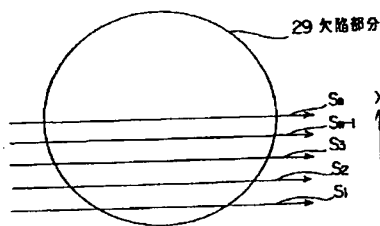
【図3】



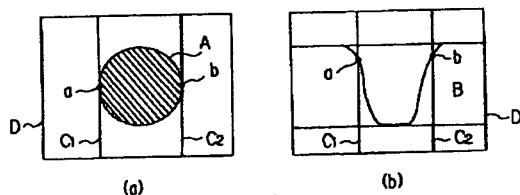
【図4】



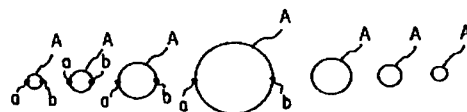
【図5】



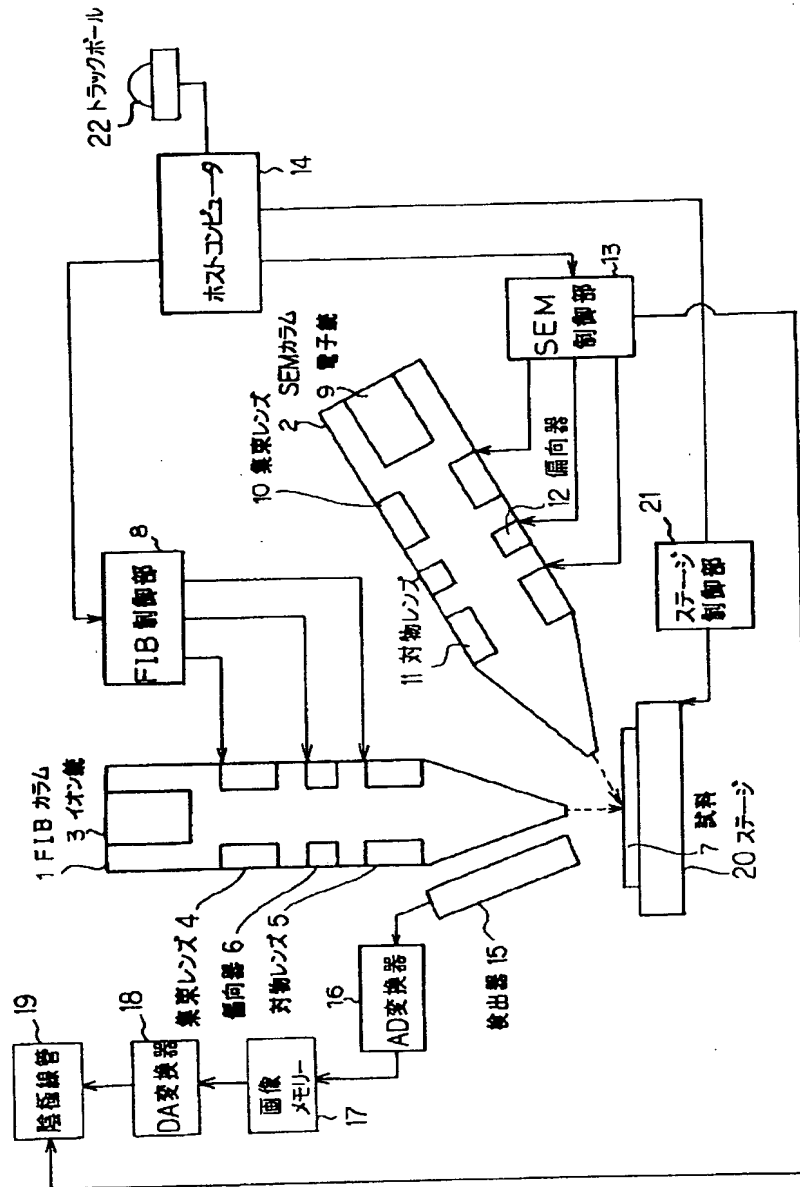
【図7】



【図8】



【図1】



(9)

特開平 1 1 - 2 7 3 6 1 3

【図 9】

